

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-130327

(43)Date of publication of application : 21.05.1996

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 06-269279

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 02.11.1994

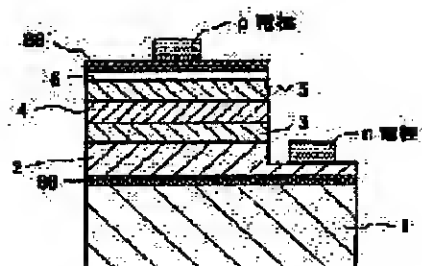
(72)Inventor : MUKAI TAKASHI
NAKAMURA SHUJI

(54) GROUP III-V NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a light emitting element composed of a group III-V nitride semiconductor, which reduces the half bandwidth of an emission spectrum and increases color purity.

CONSTITUTION: A group III-V nitride semiconductor light-emitting element is provided with a light emitting layer formed by laminating group III-V nitride semiconductor layers ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, where $0 \leq x$, $0 \leq y$ and $x+y \leq 1$) whose conductivity type is different from each other. In the group III-V nitride semiconductor light emitting element, at least one layer of layers 88, 89' whose band gap is smaller than that of the III-V nitride semiconductor layers constituting the light-emitting layer 4 is formed on a layer which is not a light emitting layer. Thereby, a short wavelength component is absorbed by the small-band-gap layers 88, 89'.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2890392

[Date of registration] 26.02.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The III-V group nitride semiconductor light emitting device characterized by forming further at least the layer with a band gap smaller than the III-V group nitride semiconductor layer which constitutes the aforementioned luminous layer in the layer which is not a luminous layer above in the III-V group nitride semiconductor light emitting device to which the lamination of the III-V group nitride semiconductor ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) with which conductivity types differ mutually is carried out, and which it equips with a luminous layer.

[Claim 2] The light emitting device according to claim 1 characterized by the barrier layer from the III-V nitride semiconductor with which the aforementioned luminous layer contains an indium.

[Claim 3] The light emitting device according to claim 1 or 2 characterized by forming the electrode in a layer with a band gap smaller than the aforementioned luminous layer.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the light emitting device which consists of a III-V group nitride semiconductor ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$).

[0002]

[Description of the Prior Art] AlN and GaN have the bandgap energy 3.4eV and whose AlN of a III-V group nitride semiconductor are 6.0eV, and since mixed-crystal $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ of these nitrides is changed to InN by the composition ratio to 1.95–6.0eV in a band gap, it attracts attention from before as a material of light emitting devices, such as ultraviolet and a light emitting diode (Light Emitting Diode) laser diode (LD) of a visible region. Moreover, with this material, blue Light Emitting Diode was realized for the first time in the world recently.

[0003] The structure of the light emitting device currently used for the present blue Light Emitting Diode is shown in drawing 1. It has a double heterostructure to the double by which the laminating of n type contact layer 12 which consists of Si doped n type GaN fundamentally on the substrate 11 which consists of sapphire, the n type clad layer 13 which consists of an Si doped n type GaN layer, Zn and the barrier layer 14 which consists of an Si doped InGaN , the p clad layer 15 which consists of a Mg doped p type GaN layer, and the p contact layer 16 which consists of a Mg doped GaN was carried out to order. Usually, especially although buffer layers, such as GaN and AlN , are formed between a substrate 11 and n contact layer 12, it is not illustrating. This light emitting device shows 450nm – 520nm blue – bluish green color luminescence by luminescence of Zn which is a barrier layer 14, and the Si doped InGaN . An example of the emission spectrum is shown in drawing 2.

[0004] The spectrum of drawing 2 shows blue Light Emitting Diode which has the main luminescence peak near 450nm, the main luminescence peak near 450nm is a peak by impurity level, and the peak near 390nm is a peak by luminescence between bands of InGaN .

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the conventional light emitting device had acquired the main luminescence peak with the impurity, the half-value width of an emission spectrum became large, and it had the problem that luminescence looked whitish. Therefore, it is in having accomplished, in order that this invention might solve this problem, and the place made into the purpose making small half-value width of the emission spectrum of a light emitting device which consists of a III-V group nitride semiconductor, and raising color purity.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The III-V group nitride semiconductor-light emitting device of this invention is characterized by forming further at least the layer with a band gap smaller than the III-V group nitride semiconductor layer which constitutes the aforementioned luminous layer in the layer which is not a luminous layer above in the III-V group nitride semiconductor light emitting device to which the laminating of the III-V group nitride semiconductor ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) with which conductivity types differ mutually is carried out and which it equips with a luminous layer.

[0007] Moreover, the light emitting device of this invention is characterized by the bird clapper from the III-V nitride semiconductor with which a luminous layer contains an indium. As a mode of a desirable light emitting device, while the luminous layer has the 1st principal plane and 2nd principal plane It is the barrier layer which consists of a III-V group nitride semiconductor containing an indium. The principal plane of the barrier layer is a double heterostructure in the 1st clad layer and the 2nd clad layer. It is the light emitting device by which the layer which consists of a small III-V group compound semiconductor of a band gap is furthermore formed in the outside of the clad layer of the above 1st, and/or the clad layer of the above 2nd rather than the III-V group compound semiconductor of the aforementioned luminous layer.

[0008] It is very desirable, when it will become easy to take OMIKKU and an electrode material and the small III-V group nitride semiconductor layer of the band gap will raise the efficiency of a light emitting device as a still more desirable mode, if an electrode is formed in a layer with a band gap smaller than a luminous layer.

[0009]

[Function] Usually, with the III-V group nitride semiconductor of a double heterostructure, a barrier layer is inserted into double in the clad layer which has a bigger bandgap energy than the barrier layer. In this invention, the small layer of a band gap absorbs a part of luminescence [layer / band-gap / larger / than the band gap] by forming in the outside of a clad layer the layer which has bandgap energy smaller than the barrier layer. That is, by the spectrum of drawing 2, if the III-V group compound semiconductor layer (for example, InGaN which has the composition ratio of In corresponding to 440nm) which has a band gap smaller than the band gap of InGaN of a barrier layer is formed in the outside of a clad layer, the light of short wavelength will be absorbed by the small band-gap layer rather than 440nm. The half-value width of a spectrum becomes narrow and it becomes possible from this to raise the color purity of the luminescent color of it. However, the layer with the aforementioned small band gap cannot be overemphasized by adjusting a composition ratio to the range which does not absorb the main luminescence wavelength of a light emitting device.

[0010] It is the same, even if this operation is attached not only in the light emitting device of a double heterostructure to double

and is attached to the element of terrorism structure and gay structure to a single. For example, in the light emitting device of the gay structure which has the main luminescence peak in 430nm by making a Mg doped p type GaN layer into a luminous layer, if a layer (for example, InGaN equivalent to 420nm band gap) layer with a band gap smaller than GaN (3.4eV) is formed in the layer which is not a luminous layer, the light of short wavelength will be absorbed by the InGaN layer rather than 420nm.

[0011]

[Example]

The structure of the light emitting device of one example of this invention is shown in [example 1] drawing 3. This has the structure where the laminating of the layer 88 (henceforth a small band-gap layer) with a band gap smaller than a luminous layer, n type contact layer 2, the 1st clad layer 3, a barrier layer 4, the 2nd clad layer 5, p type contact layer 6, and another small band-gap layer 88' was carried out in order on the substrate 1.

[0012] SiC, ZnO, Si, etc. besides sapphire (the A-th page, the C-th page, and the R-th page are also included.) can be used for a substrate 1.

[0013] n type contact layer 2 forms GaN and GaAlN preferably, in order to be able to form by $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) containing n type dopants, such as Si, germanium, and Sn, and to obtain a crystalline good contact layer.

[0014] n type clad layer 3 is the 1st clad layer, and it can form by $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) which similarly contains n type dopants, such as Si, germanium, and Sn. In order to obtain a crystalline good clad layer, GaN and GaAlN are formed preferably. However, as long as it only realizes terrorism structure to double, you may omit n type contact layer 2 or n type clad layer 3. When it omits, n type layer which remained acts as a clad layer and a contact layer.

[0015] A barrier layer 4 is a luminous layer and it is desirable to consider as the III-V nitride semiconductor containing an indium. It forms by $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 < x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) made low resistance still more preferably including p type dopant which are II group elements, such as the aforementioned n type dopant, and/or Zn, Mg. The barrier layer which made the indium contain is very desirable, when the luminescent color can be freely changed to ultraviolet - orange and the light emitting device of a visible region is realized by the content ratio of an indium, and it is desirable to form InGaN in order to obtain a crystalline good barrier layer. However, as stated above to double in the case of terrorism structure, adjusting the composition ratio of $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ so that the band gap of a barrier layer may become smaller than a clad layer cannot be overemphasized.

[0016] It can form by $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) which similarly contains p type dopants, such as Zn and Mg, it is the 2nd clad layer, p type clad layer 5 has good crystallinity, and in order to obtain the clad layer which shows desirable p type property, it forms GaN which doped Mg, or GaAlN.

[0017] p type contact layer 6 can also be formed by $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) which similarly contains p type dopant, and in order crystallinity is good and to obtain similarly the clad layer which shows desirable p type property, GaN which doped Mg preferably, or GaAlN is formed. However, as long as it only realizes terrorism structure to double similarly, you may omit p type clad layer 5 or p type contact layer 6. When it omits, p type layer which remained acts as a clad layer and a contact layer.

[0018] Next, although it is the small band-gap layer 88 and 88' which are the feature of this invention, these are formed in an $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ layer with a band gap smaller than a barrier layer 4. For example, when a barrier layer is $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$, it can realize by forming InGaN which made the composition ratio (X value) of an indium larger than 0.1 for making a band gap smaller than the barrier layer.

[0019] In the blue light emitting device which made the barrier layer the III-V group nitride semiconductor containing especially In, the peak which shows luminescence between bands of InGaN to the short wavelength side of a spectrum appears in many cases like drawing 2. The peak intensity of luminescence between this band is in the inclination which becomes strong, when current value of a light emitting device is made [many]. Since it is in the inclination for the luminous efficiency of a light emitting device to fall and for the luminescent color to shift when luminescence between bands becomes strong, it is very convenient to lose luminescence between this band. Then, if a small band-gap layer is formed like this invention, since luminescence between bands will be absorbed, the light emitting device which shows the desirable luminescent color from which the luminescent color does not shift is realizable.

[0020] In addition, although the small band-gap layer 88 and 88' are formed in the both sides of the 1st clad layer and the 2nd clad layer in drawing 3, it cannot be overemphasized that you may form in either. When forming in either, it is desirable to form in the outside of the clad layer which becomes a luminescence observation side side. Furthermore, p contact layer 6 is omitted, if it is p contact layer which should dope p type dopants, such as Mg and Zn, to small band-gap layer 88', and should form an electrode in it as a p type, OMIKKU with an electrode will become easy to be obtained, and luminous efficiency will improve.

[0021] [Example 2] drawing 4 is also the cross section showing one structure of the light emitting device of this application. This shows the light emitting device which the band gap was smaller than the p types GaN24 and GaN which doped the Si dopant n type GaN layer 22 with large electronic carrier concentration, and the Si doped n types GaN23 and Mg with small electronic carrier concentration, for example, carried out the laminating of InGaN99 which has a band gap to 400nm to the front face of a substrate 21.

[0022] A luminous layer is the Mg doped GaN layer 24, and this light emitting device makes near 430nm the luminescence peak. However, since the small band-gap layer 99 is formed, the small band-gap layer 99 absorbs the wavelength of 400nm or less. Therefore, since the light emitting device which cut a part for an ultraviolet line part is realized, a light emitting device with having [little] a bad influence also on a mould resin is realizable.

[0023]

[Effect of the Invention] If a layer with a band gap smaller than a luminous layer is formed according to this invention as explained above, the wavelength which has energy with the bigger layer than the bandgap energy will be absorbed. Although, as for a luminescence device like Light Emitting Diode, the mould of the light emitting device is generally carried out by resins, such as epoxy, a mould resin has many which are easy to deteriorate to ultraviolet rays. Then, since a part for an ultraviolet line part is cut according to this invention when a III-V group nitride semiconductor realizes a blue light emitting device, the desirable luminescence device in which a mould resin cannot deteriorate easily is realizable.

[0024] Since the portion of a blue glow can be cut according to this invention when a green light emitting device is realized by the barrier layer which furthermore contains an indium, color purity improves, and a desirable light emitting device can be offered.

[0025] Moreover, it means forming a filter with the same material as the semiconductor which constitutes a light emitting device, and it is desirable on I.E., the light emitting device excellent also in reliability can be offered, and the utility value on the industry is great.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The type section view showing one structure of the conventional III-V group nitride semiconductor light emitting device.

[Drawing 2] Drawing showing the emission spectrum of the conventional III-V group nitride semiconductor light emitting device.

[Drawing 3] The type section view showing the structure of the III-V group nitride semiconductor light emitting device concerning one example of this invention.

[Drawing 4] The type section view showing the structure of the III-V group nitride semiconductor light emitting device concerning other examples of this invention.

[Description of Notations]

1 ... Substrate 2 ... n contact layer

3 ... n clad layer 4 ... Barrier layer

5 ... p clad layer 6 ... p contact layer

88 88' ... Smallness band-gap layer

[Translation done.]

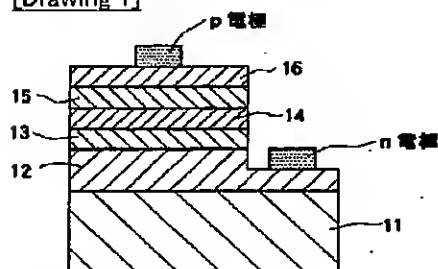
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

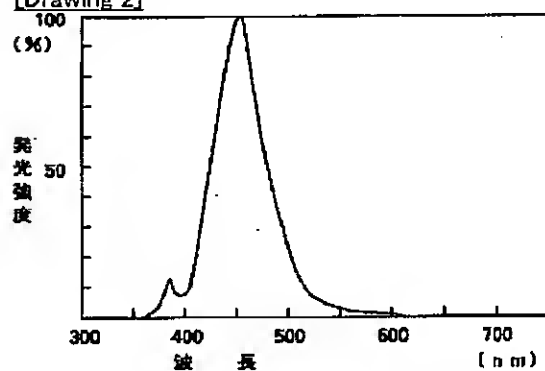
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

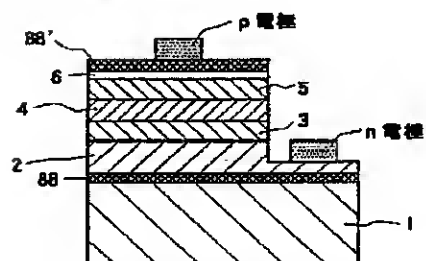
[Drawing 1]



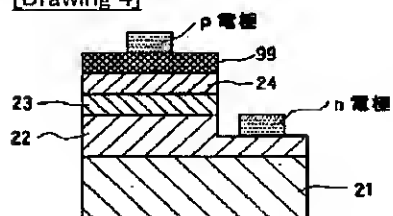
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8-130327

(43) 公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int. Cl.⁶

H01L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-269279

(22) 出願日 平成6年(1994)11月2日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 向井 孝志

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

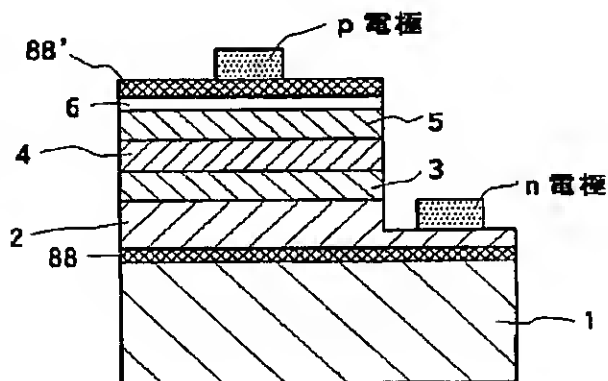
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 III-V 族窒化物半導体発光素子

(57) 【要約】

【目的】 III-V 族窒化物半導体よりなる発光素子の発光スペクトルの半値幅を小さくして色純度を上げる。

【構成】 互いに導電型の異なる III-V 族窒化物半導体 ($In_xAl_{1-x}Ga_{1-x-y}N_y$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) が積層されて発光層を備える III-V 族窒化物半導体発光素子において、発光層 4 を構成する III-V 族窒化物半導体層よりもバンドギャップの小さい層 88、88' が、発光層ではない層に少なくとも一層以上形成されていることにより、小バンドギャップ層 88、88' に短波長成分を吸収させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに導電型の異なるIII-V族窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) が積層されて発光層を備えるIII-V族窒化物半導体発光素子において、前記発光層を構成するIII-V族窒化物半導体層よりもバンドギャップの小さい層が、発光層ではない層に少なくとも一層以上形成されていることを特徴とするIII-V族窒化物半導体発光素子。

【請求項2】 前記発光層がインジウムを含むIII-V族窒化物半導体よりなることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 前記発光層よりもバンドギャップの小さい層に電極が形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はIII-V族窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) よりなる発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 III-V族窒化物半導体は InN が 1.9 eV、 GaN が 3.4 eV、 AlN が 6.0 eV のバンドギャップエネルギーを有しており、それら窒化物の混晶 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ は組成比によりバンドギャップを 1.95~6.0 eV まで変化させられることから、従来より紫外、可視域の発光ダイオード (LED) レーザダイオード (LD) 等の発光素子の材料として注目されている。また最近この材料で、世界で初めて青色 LED が実現された。

【0003】 現在の青色 LED に使用されている発光素子の構造を図1に示す。基本的には、サファイアよりなる基板11の上に、Siドープn型 GaN よりなるn型コンタクト層12と、Siドープn型 GaAlN 層よりなるn型クラッド層13と、Zn、Siドープ InGaN よりなる活性層14と、Mgドープp型 GaAlN 層よりなるpクラッド層15と、Mgドープ GaN よりなるpコンタクト層16とが順に積層されたダブルヘテロ構造を有している。通常、基板11とnコンタクト層12との間には GaN 、 AlN 等のバッファ層が形成されるが特に図示していない。この発光素子は活性層14であるZn、Siドープ InGaN の発光により450 nm~520 nmの青色~青緑色発光を示す。その発光スペクトルの一例を図2に示す。

【0004】 図2のスペクトルは450 nm付近に主発光ピークがある青色LEDを示しており、450 nm付近の主発光ピークは不純物準位によるピークであり、390 nm付近のピークが InGaN のバンド間発光によるピークである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の発光素子は不純物によりその主発光ピークを得ているために、発光スペクトルの半値幅が広くなり、発光が白っぽく見えるという問題があった。従って本発明はこの問題を解決するため成されたもので、その目的とするところはIII-V族窒化物半導体よりなる発光素子の発光スペクトルの半値幅を小さくして色純度を上げることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明のIII-V族窒化物半導体発光素子は、互いに導電型の異なるIII-V族窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) が積層されて発光層を備えるIII-V族窒化物半導体発光素子において、前記発光層を構成するIII-V族窒化物半導体層よりもバンドギャップの小さい層が、発光層ではない層に少なくとも一層以上形成されていることを特徴とする。

【0007】 また本発明の発光素子は、発光層がインジウムを含むIII-V族窒化物半導体よりなることを特徴とする。好ましい発光素子の態様としては、発光層が第1の主面と第2の主面を有していると共に、インジウムを含むIII-V族窒化物半導体よりなる活性層であり、その活性層の主面が第1のクラッド層と第2のクラッド層とで挟まれたダブルヘテロ構造であり、さらに前記発光層のIII-V族化合物半導体よりもバンドギャップの小さいIII-V族化合物半導体よりなる層が、前記第1のクラッド層および/または前記第2のクラッド層の外側に形成されている発光素子である。

【0008】 さらに好ましい態様として、発光層よりもバンドギャップの小さい層に電極を形成すると、電極材料とそのバンドギャップの小さいIII-V族窒化物半導体層とがオーミックが取りやすくなり発光素子の効率を向上させる上で非常に好ましい。

【0009】

【作用】 通常、ダブルヘテロ構造のIII-V族窒化物半導体では、活性層はその活性層よりも大きなバンドギャップエネルギーを有するクラッド層で挟まれる。本発明では、その活性層よりも小さいバンドギャップエネルギーを有する層をクラッド層の外側に形成することにより、バンドギャップの小さい層が、そのバンドギャップよりも大きいバンドギャップ層よりの発光の一部を吸収する。つまり、図2のスペクトルで、活性層の InGaN のバンドギャップよりも、小さいバンドギャップを有するIII-V族化合物半導体層 (例えば440 nmに合致する In の組成比を有する InGaN) をクラッド層の外側に形成すると、440 nmよりも短波長の光が、小バンドギャップ層に吸収される。これより、スペクトルの半値幅が狭くなって、発光色の色純度を向上させることが可能となる。但し、前記バンドギャップが小さい層は、発光素子の主発光波長を吸収しない範囲に組成比を

調整することはいうまでもない。

【0010】この作用はダブルヘテロ構造の発光素子に限らず、シングルヘテロ構造、ホモ構造の素子に付いても同様である。例えばMgドープp型GaN層を発光層として430nmに主発光ピークのあるホモ構造の発光素子では、発光層ではない層にGaN(3.4eV)よりもバンドギャップの小さい層(例えば420nmのバンドギャップに相当するInGaN)層を形成すると、420nmよりも短波長の光がInGaN層に吸収される。

【0011】

【実施例】

【実施例1】図3に本発明の一実施例の発光素子の構造を示す。これは基板1の上に発光層よりもバンドギャップの小さい層88(以下、小バンドギャップ層という。)と、n型コンタクト層2と、第1のクラッド層3と、活性層4と、第2のクラッド層5と、p型コンタクト層6と、もう一つの小バンドギャップ層88'とが順に積層された構造を有している。

【0012】基板1には、サファイア(A面、C面、R面も含む。)の他、SiC、ZnO、Si等が使用できる。

【0013】n型コンタクト層2はSi、Ge、Sn等のn型ドーパントを含む $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$)で形成することができ、結晶性のよいコンタクト層を得るには、好ましくGaN、GaAlNを形成する。

【0014】n型クラッド層3が第1のクラッド層であり、同じくSi、Ge、Sn等のn型ドーパントを含む $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$)で形成することができる。結晶性のよいクラッド層を得るには、好ましくGaN、GaAlNを形成する。但し、ダブルヘテロ構造を実現するだけであれば、n型コンタクト層2、n型クラッド層3のいずれかを省略してもよい。省略した場合は残ったn型層がクラッド層、およびコンタクト層として作用する。

【0015】活性層4は発光層であり、インジウムを含むIII-V族化合物半導体とすることが好ましい。さらに好ましくは、前記n型ドーパントおよび/またはZn、Mg等のII族元素であるp型ドーパントを含んで低抵抗にした $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 < x, 0 \leq y, x+y \leq 1$)で形成する。インジウムを含有させた活性層はインジウムの含有比によって発光色を紫外～橙色まで自由に変更でき、可視域の発光素子を実現する上で非常に好ましく、結晶性のよい活性層を得るためにはInGaNを形成することが好ましい。但し、ダブルヘテロ構造の場合、前にも述べたように、活性層のバンドギャップがクラッド層よりも小さくなるように $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ の組成比を調整することはいうまでもない。

【0016】p型クラッド層5は第2のクラッド層であ

り、同じくZn、Mg等のp型ドーパントを含む $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$)で形成することができ、結晶性が良く、好ましいp型特性を示すクラッド層を得るには、MgをドープしたGaN、またはGaAlNを形成する。

【0017】p型コンタクト層6も同じくp型ドーパントを含む $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$)で形成することができ、同様に結晶性が良く、好ましいp型特性を示すクラッド層を得るには、好ましくMgをドープしたGaN、またはGaAlNを形成する。但し、同様にダブルヘテロ構造を実現するだけであれば、p型クラッド層5、p型コンタクト層6のいずれかを省略してもよい。省略した場合は残ったp型層がクラッド層、およびコンタクト層として作用する。

【0018】次に本発明の特徴である小バンドギャップ層88、88'であるが、これらは活性層4よりもバンドギャップの小さい $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 層で形成する。例えば活性層がIn0.1Ga0.9Nである場合、その活性層よりもバンドギャップを小さくするにはインジウムの組成比(X値)を0.1よりも大きくしたInGaNを形成することで実現可能である。

【0019】特にInを含むIII-V族窒化物半導体を活性層とした青色発光素子では、図2のように、スペクトルの短波長側にInGaNのバンド間発光を示すピークが現れることが多い。このバンド間発光のピーク強度は、発光素子の電流値を多くした場合に強くなる傾向にある。バンド間発光が強くなると、発光素子の発光効率が低下してしまい、発光色がずれる傾向にあるので、このバンド間発光をなくすことは非常に都合がよい。そこで本発明のように小バンドギャップ層を形成すると、バンド間発光が吸収されるので、発光色がずれることがない好ましい発光色を示す発光素子を実現できる。

【0020】なお、図3では小バンドギャップ層88、88'を第1のクラッド層及び第2のクラッド層の両側に形成しているが、いずれか一方に形成してもよいことはいうまでもない。いずれか一方に形成する場合は、発光観測面側となるクラッド層の外側に形成することが望ましい。さらに、pコンタクト層6を省略し、小バンドギャップ層88'にMg、Zn等のp型ドーパントをドープしてp型として、電極を形成すべきpコンタクト層とすると、電極とのオーミックが得られやすくなり発光効率が向上する。

【0021】【実施例2】図4も本願の発光素子の一構造を示す断面図である。これは基板21の表面に電子キャリア濃度の大きいSiドープn型GaN層22と、電子キャリア濃度の小さいSiドープn型GaN層23と、Mgをドープしたp型GaN層24と、GaNよりもバンドギャップが小さい、例えば400nmにバンドギャップを有するInGaN99を積層した発光素子を示している。

【0022】この発光素子は発光層がMgドープGa_{0.99}N_{0.01}層24であり、430nm付近を発光ピークとしている。しかしながら、小バンドギャップ層99が設けられているため、小バンドギャップ層99が400nm以下の波長を吸収する。従って、紫外線部分をカットした発光素子を実現しているため、モールド樹脂にも悪影響を与えることが少ない発光素子を実現できる。

【0023】

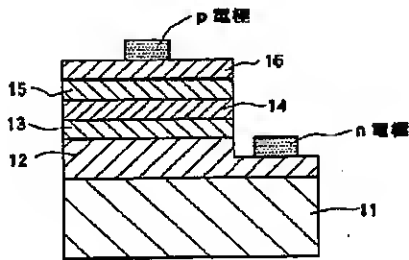
【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、発光層よりもバンドギャップの小さい層を形成すると、その層がそのバンドギャップエネルギーよりも大きなエネルギーを有する波長を吸収する。一般にLEDのような発光デバイスは発光素子がエポキシ等の樹脂でモールドされるが、モールド樹脂は紫外線に対して劣化しやすいものが多い。そこでIII-V族窒化物半導体で青色発光素子を実現した場合、本発明によると紫外線部分がカットされるのでモールド樹脂が劣化しにくい好ましい発光デバイスを実現できる。

【0024】さらにインジウムを含む活性層で緑色発光素子を実現した場合は、本発明によると青色光の部分が

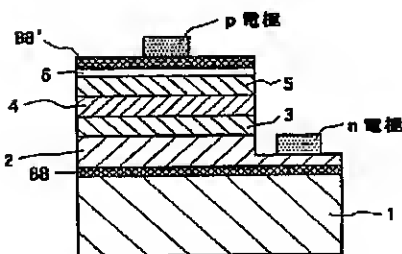
10

20

【図1】



【図3】



提供できる。

【0025】また発光素子を構成する半導体と同一材料でフィルターを形成したことになり、生産技術上好ましく、信頼性にも優れた発光素子を提供でき、その産業上の利用価値は多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のIII-V族窒化物半導体発光素子の一構造を示す模式断面図。

【図2】 従来のIII-V族窒化物半導体発光素子の発光スペクトルを示す図。

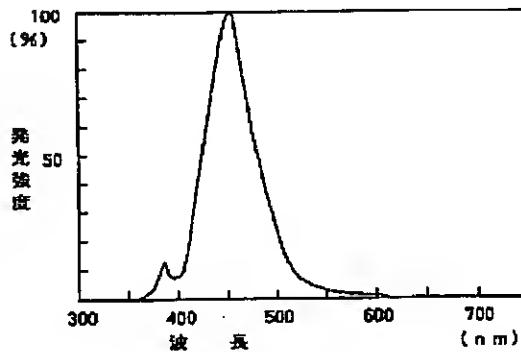
【図3】 本発明の一実施例に係るIII-V族窒化物半導体発光素子の構造を示す模式断面図。

【図4】 本発明の他の実施例に係るIII-V族窒化物半導体発光素子の構造を示す模式断面図。

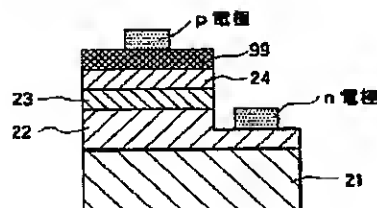
【符号の説明】

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1・・・基板 | 2・・・nコンタクト層 |
| 3・・・nクラッド層 | 4・・・活性層 |
| 5・・・pクラッド層 | 6・・・pコンタクト層 |
| 88、88'・・・小バンドギャップ層 | |

【図2】



【図4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)